

⑥ 公開特許公報 (A)

昭62-222780

⑧ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑨ 公開 昭和62年(1987)9月30日

H 04 N 5/32
A 61 B 6/00
G 01 N 23/04

3 0 0

8420-5C
M-7232-4C
2122-2C

※審査請求 未請求 発明の数 2 (全13頁)

⑧ 発明の名称 X線イメージング・システム及びその固体検出器

⑨ 特 類 昭61-295690

⑩ 出 願 昭61(1986)12月11日

⑪ 優先権主張 ⑫ 1985年12月11日 ⑬ 米国 (U S) ⑭ 807650

⑯ 発 明 者 ジョン・デー・コックス アメリカ合衆国、フロリダ州 32601、ゲインズビル、エス・イー・トウエンティナインス・ブールバード 3416

⑰ 発 明 者 アラン・エム・ジャコブス アメリカ合衆国、フロリダ州 32601、ゲインズビル、エス・ダブリュ・トウエンティース・ストリート 2120

⑱ 出 願 人 フューチュアテック・インクストリーズ・インコーポレーテッド アメリカ合衆国、フロリダ州 32601、ゲインズビル、ビー・オー・ボックス 2218

⑲ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

X線イメージング・システム
及びその固体検出器

2. 特許請求の範囲

(1) X線フィールドを生成するX線源と、シリコン基板を有すると共に複数の電荷蓄積装置を有する固体増幅回路と、前記電荷蓄積装置上に電荷を配置するための回路手段とを有するX線検出器とを具備し、

前記電荷蓄積装置はX線透過性材料中に配置され、前記検出器は前記X線フィールドに位置付けられることにより前記電荷が前記X線フィールドと前記固体増幅回路の前記シリコン基板との間の相互作用によって作り出される二次放射によって消滅されることを特徴とするX線イメージング・システム。

(2) 前記検出器は検出するべく前記目標と前記X線源間に配置されることにより前記X線

フィールドが前記検出器を通過し、前記目標に面すると共に目標からの後方散乱によって前記検出器で前記目標の映像を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(3) 前記検出器で作り出された前記映像からの前記X線源の映像を減ずるための手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載のX線イメージング・システム。

(4) 前記電荷蓄積装置は画素を形成するために群に分離され、各々の画素は複数の電荷蓄積装置及びグレー・スケールを提供するために同一画素で前記電荷蓄積装置の感度を減ずるための手段を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(5) 前記検出器のための支持ハウジングを含み、前記支持ハウジングは、前記検出器を除去可能に受けるための手段を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(6) 前記検出器は1/2画のような厚さを有することを特徴とする特許請求の範囲第5項記載のX線イメージング・システム。

(7) 前記電荷蓄積装置の各々は最大寸法略10ミクロンのセル内に含まれることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(8) 前記集積回路はダイナミック・ランダム・アクセス・メモリから成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(9) 前記回路手段は電圧源に前記電荷蓄積装置が接触するためのトランジスタから成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(10) 前記検出器の電荷蓄積装置間の間隔に接近する間隔によって他方に比例する前記X線源及び前記検出器の1つを移動するための手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

するために共に前記映像を追加する手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(15) 前記連続的な変化露光時間の間の間隔は異なったグレー・スケール値が割当てられることを特徴とする特許請求の範囲第14項記載のX線イメージング・システム。

(16) 前記変換手段は前記電荷蓄積装置で異なった厚さの酸化物質から成ることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載のX線イメージング・システム。

(17) 前記変換手段は前記電荷蓄積装置上の前記電荷を放電する異なった比較電圧値から成ることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載のX線イメージング・システム。

(18) 前記電荷蓄積装置の各々は前記検出器上に形成した映像の単一面素を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(19) 集積回路材料に形成されるシリコン

(11) 一斉に放電する予定である前記電荷蓄積装置の全てを放電するために要求された経過時間を短縮化する手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(12) 前記短縮化手段は前記セルの各々のために異なった短縮化率でストアする手段から成ることを特徴とする特許請求の範囲第11項記載のX線イメージング・システム。

(13) 各X線検出器の前記セルはもう一方に成って位置付けられる複数のX線検出器を含むことにより他方のX線検出器の前記セルに互い違いに配列されることによって何れか1つのX線検出器の何れか1つのセルが別のX線検出器の2つのセル間に位置付けられることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のX線イメージング・システム。

(14) 連続的なための前記X線源に前記検出器を露光し、複数の映像を生成するために時間の長さを変化すると共にグレー・スケールを生成

基板と金属表面が膜の上に形成された酸化物質間の場合によって形成された複数の電荷蓄積装置上に電荷をストアする工程と、

X線フィールドが前記電荷蓄積装置上の前記電荷を減ずるために自由な電極を生成するために前記シリコン基板で相互作用することによって前記X線フィールドに前記集積回路を露光する工程とを具備することを特徴とするX線映像検出方法。

(20) 異なった露光時間で前記集積回路を連続的に露光すると共に前記露光時間の各々で得られた前記映像をデジタル的に追加する工程によってグレー・スケールを有する映像を生成する工程を含むことを特徴とする特許請求の範囲第19項記載の方法。

(21) 前記集積回路と前記X線源と設けられるべく目標の間で位置を定めることによって該方散乱された映像を生成する工程と、前記目標からの後方散乱によって前記集積回路に映像を形成すると共に前記集積回路を通過するために前記X線フィールドを生ずる工程とを具備することを特

面とする特許請求の範囲第19項記載の方法。

(22) 前記電荷蓄積装置の異なる感度のために補償するために前記電荷蓄積装置からの出力を標準化する工程を含むことを特徴とする特許請求の範囲第19項記載の方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明はX線イメージング・システムに関するもので、特に固体X線検出器を利用するX線イメージング・システムに関する。

(従来の技術)

現在X線イメージング・システムは、医学診断上の道具及び産業上の品質制御のためのものとしての応用の拡大に於いて利用されている。X線検出の最も共通の形状は、銀ハロゲン化物フィルムの使用が存する。しかしながら、このようなフィルムの使用は、多くの望みの形態を要求し、制御が化学的な開発段階を要求している。加えて、このフィルムは高価であるため、この手法で生成されたX線映像のコストが増加する。

ーンに一致する電気信号の形状で前記電荷をストアするデバイスを検出する電荷、またはストアする電荷の配列上で加速される。

(発明が解決しようとする問題点)

この発明の1つの目的は、固体イメージング・システム及びX線放射に高感度であると共に高感度に精密なX線映像を生成することのできる検出器を提供することである。

この発明の別の目的は、X線イメージング・システム及び従来の固体構成科学技術によって生成することができる検出器を提供する。

この発明の更なる目的は、非常に限られた範囲でその使用が可能となる小さな大きさで生成することができる固体イメージング検出器を提供する。

この発明の別の目的は、従来のX線イメージング・システムに使用するX線フィルムのために直接に代用することのできるX線イメージング検出器を提供する。

この発明の更に別の目的は、機械的な構造等の

それ故、銀ハロゲン化物フィルムの使用を要しないそれは、X線イメージング・システムを生成するために大いに望まれる。多くの検出器が、この意図のために企てられた。

例えば、N.Y.による米国特許第

4,471,378号に発明する光と粒子映像増感剤は、シンチレータ及び光またはフォトリソグラフィに対する光電された粒子を伝達する入射線を感えるフォトリソグラフィ・ユニットと、前記フォトリソグラフィ・ユニットを抽出すると共にデータ・プロセッシングのために送信するための電荷結合デバイスと、前記電荷結合デバイスの感度範囲上で衝突する前記電子の配置と同様のエネルギー・レベルまたは量に関連するビデオ信号回路を含む。

Adlerstein他による米国特許第

4,413,280に発明するX線イメージング・装置は、電気的電荷の一致するパターンに入射X線放射を感えるための変換器を含む。前記変換器によって発生された前記電荷は、前記蓄積パタ

模式的なX線分析の経路のための固定した配置でその使用が可能となるように構成するために相対的に安いX線検出器を提供する。

(問題点を解決するための手段及び作用)

前述の及び他の目的に従って、この発明は、X線フィールドを生成するX線源とX線検出器とを具備するX線イメージング・システムである。前記X線検出器は、複数の電荷蓄積装置を有する固体増感回路と、前記電荷蓄積装置上に電荷を配置する回路から成る。前記電荷蓄積装置はX線透過性の材料中に配置され、前記検出器は前記X線フィールドに位置付けられることにより前記電荷が前記固体増感回路のシリコン基板に於ける前記X線フィールドの相互作用によって作り出される二次放射によって消滅される。

前記電荷蓄積装置は、画素を形成するために群に分離され得る。各画素は1つまたは複数の電荷蓄積装置から成り、そして単一画素での前記電荷蓄積装置を放電する露光時間は、グレー・スケールを提供するためにもう一方とは異なることがで

ある。

この発明の他の態様に従って、前記回路回路はダイナミック・ランダム・アクセス・メモリとされ得る。

各電荷蓄積装置は前記回路回路の単一セルから成る。前記セルは、お互いから間隔が置かれることによってデッド・スペースがそれらの間に置かれる。また、前記セルはバンク間のデッド・スペース約 $1/4$ まで $32,000$ のバンクに於いて並出される。複数の検出器は、互い違いに配列された前記検出器の前記セルに伴ってスタックすることができることにより、1つの検出器の各セルが全てのデッド・スペースを除去するような別の検出器のセル間での間隔の後ろに位置付けられる。

前記イメージング・システムはまた、検出器の前記セルをアクセスするための生産過程回路構成を含む。前記生産過程回路構成は、種々のセルの放射感度での種々の固有の相違の補償するために前記セルの全ての出力を標準化するシステムを含んでもよいものである。

によって得られることができる。このデバイスは、 536 個の素子を含む回路回路DRAMであり、固体光感度検出器として使用される。前記ミクロン(Micron)DRAMは、これらが前記回路回路を覆う不透明でない表面である限りは感度光に特に適合される。しかしながら、どのようなタイプのダイナミック・ランダム・アクセス・メモリも、被写体X線放射に対して透明となる間は検出器14のために使用され得る。事実上において明らかになると、どのようなタイプのダイナミック・メモリ素子も検出器14として使用され得る。前記メモリ素子は、例えばランダム・アクセス・メモリの使用が、予備生産過程及び映像生産過程手順を容易にしても、ランダム・アクセス・メモリとなるべく育していない。

検出器14の出力は、検出器14のセルの全ての出力が標準化の機能を受けるプリプロセッサ18に送む。それは、前記検出器14のセルの感度が本質的に変化する。標準化値は、記録を記述するフィールドを安全にするために、前記セルの各々の出力

[実施例]

この発明の前述の及び他の目的は、この発明の実施例により明らかにされるもので、以下図面を参照してこの発明の一実施例を説明する。

第1図はX線源12と、X線源12からの放射を受けるために位置された検出器14から成るX線システム10を示す。X線源12は、G.E.またはSiemensによって製造するような、どのような種類のX線放射源となることもでき、あるいはRidgeoまたはMagafluxによって製造するような温度の小さい放射源となることができる。どのような大きさの放射源も使用できる。したがって、最小の放射源は1ミクロンが有効となる。また、前記X線源12及び検出器14は、前記検出器14の成形に広われるべく望ましいものとしてX線となるべく目標に近づけて位置されることができるもので、たやすく明らかになる。

検出器14は、1532オプティックラムのようなダイナミック・ランダム・アクセス・メモリが、アイダホ州ボイジーのMicron Technology, Inc

を標準化するようにプリプロセッサ18にストアすることができる。

プリプロセッサ18の標準化した出力は、「ズーム」プログラムが一般に現存されないような、この発明によって可能性のあるものを作成する新規の映像プロセッシング・プログラムと同様に従来の映像プロセッシング・プログラムを使用するデータを巧みに扱う映像プロセッサ18に送む。この映像は、高解像度モニタ20に表示でき、レーザ・ディスク・レコーダ22にストアでき、ドライ・シルバー・プリンタ24を使用して印刷でき、または遅延映像プログラム(図示せず)にサテライトを経て送ることができる。メニュー・ドライビン・プログラムは、適当な指令を刺激するコンピュータ・モニタ26に表示させると共に、データはキーボード28を使用する前記映像プロセッサ18に入ることができる。

第2図は検出器14に使用する代表的なDRAMの一部の回路図を示す。回路30は複数のセル32から成り、その各々はメモリ・コンデンサ34とアク

セス・トランジスタ38を含む。個々のセルはそれぞれ左と右のディジット・ライン38及び40、同様にワード・ライン42及び44を通過してアクセスされる。センス増幅器46は、交差結合されたMOSFET検出器回路の形状で提供される。前記センス増幅器46は、左ディジット・ライン38及び右ディジット・ライン40それぞれに結合された交点A及びBを有する。前記セル32は、左アレー50及び右アレー52に分離される。前記左アレー50は前記左ディジット・ライン38によってアクセスされ、前記右アレー52は前記右ディジット・ライン40によってアクセスされる。前記ワード・ライン42はアレー50の前記個々のセルでアクセスし、そして前記ワード・ライン44は前記アレー52のセルをアクセスする。

一対の平面するトランジスタ36及び38は、リフレッシュ・サイクルの終端で前記ディジット・ラインの均等化を許すため、及び次のサイクルの予同電荷状態の間、共に前記ディジット・ラインを結合する。

放される。

第4図に関連して、第3図に示される前記セルを含んでいる前記回路の一部は断面に於いて外へセットされる。前記回路は、 n^+ 領域82が上へ追加されたpタイプのシリコン基板80から成る。シリコン酸化物層84は、前記基板80及び絶縁する層を形成するための n^+ 領域82に渡ってデポジットされる。前記リード線40はトランジスタ34のドレインを形成するために前記 n^+ 領域82に接続される。金属プレート88は、トランジスタ38の絶縁されたゲートを形成するために前記酸化物層84上に形成される。前記コンデンサ34は金属プレート72と、pタイプ基板80及び酸化物層84間の中間面70によって形成され、もう1つのコンデンサ・プレート形成する。

第3図及び第4図の前記セルが「1」にセットされるとき、電荷は前記コンデンサ34で充電するために前記中間面70上で作り上げられる。ゲート電圧は、リード線40での前記ドレイン電圧と前記コンデンサ34間で過渡を中止するような低いもの

交点Cでセンス増幅器のトランジスタが交差結合の共通ドレインは、前記乗算回路の周辺上のパッド82へアイソレーション・トランジスタ60を通過して接続される。前記パッド82は回路チップ・パッケージのリード線の1つに固定される。

一対のプル・アップ回路66、68は、それぞれ前記交点A及びBで結合される。前記プル・アップ回路66、68は、前記ディジット・ライン38及び40の電圧値を制御するために実施可能な電圧ドライバ回路である。

第3図は前記回路30の1つのセルを示す。便宜上、前記セルは前記アレー52の1つとして示されるが、それは何れのセルでもである。図示に於いて、前記コンデンサ34は間で電荷がストアされる2つのプレート70と72を有する。第一に、前記コンデンサはワード・ライン44上の高電位及び右のディジット・ライン40上の高電位を供給することによって充電される。これは前記セルのステート「1」に相当する。入射X線放射の存在に於いて、コンデンサ34上の電荷は以下に説明するように消

である。この電荷は前記基板80でX線光子の吸収に拡うべく消散される。第4図に於いて、入射X線放射の方向は矢印88によって示される。前記X線放射は、光電効果、コンプトン(Compton)分散、または対の生成によって、何れも前記基板80で自由な電子を生成する。多数の電子は、無視してよい光電効果によって生成する。コンプトン分散及び対の生成は、生成する自由な電子の最も高い見込みを有する。

セル及びセル間の要素間の相互接続は、半導体の前記酸化物層上で提供されるということが知られている。これは、前記酸化物層の外へ伸びている前記リード線40、44及び45で示すことによって第4図に表示される。このようなリード線は、乗算回路の金属化によって生成された前記相互接続を及す。

事実上前記X線の全てに於いて結果となる何れの側からの前記セル32の放射は、放射のどんな与えられたエネルギー・レベルのための総計電子生成が達せられるために前記基板80で受け

られる。前記自由なエレクトロンは、前記基板40と接合部10の間面70での電荷が減少する前記X線放射間で相互作用によって生成され、故にコンデンサ34上の電荷が減少する。

コンプトン分散及び光電効果は、自由なエレクトロンの出現を生ずる関連した相互作用となる。災なった反作用の関係のある出来事は、前記X線の前記エネルギーに頼る。これらはローリー分散の場合を除く僅かな方向感度であり、それは最も少ない自由なエレクトロンをも感ずるが前方へ有力となる。

再び第2図を参照すると、前記回路30が、Wilson他による1983年8月2日に出版された米国特許第4,397,002号及びProbstllgによる1981年9月22日に出版された米国特許第4,291,392号に記述されたタイプのダイナミック／アクティブ／リストア・センス増幅器を使用するタイプである、ということがわかる。

回路30の動作に於いて、1サイクルの間、第2

ック1スタートに反ストアされたビット・ラインに接続された。前記ワード・ラインは、それぞれのメモリ・セル上の前記電荷を接続するために大地に戻らされる。前記ディジット・ラインは低く動くために許可され、そして前記平衡信号は平衡化するために接続されるべく前記ディジット・ラインを許すために伝導性の前記平衡トランジスタ56、58を出現するために高いロジックになる。これは、共有するべく前記ディジット・ライン38、40上の電荷を許可することによって、前記ディジット・ラインが前記供給電圧と大地間で略半分の経路で電圧に対して平衡にする。新規のサイクルが始まるために用意される。

前記ラッチ信号は平衡信号の間、電圧電位はこれらが平衡をもたらすために接続されるとき、前記ディジット・ラインに供給され得ることによって、パッド62上に位置される。このように明らかになると、前記電圧は映像センサの感度に調整を許可する前記パッド62に供給される。特に、前記ディジット・ライン電位は、特定のメモリ・セル

図の与えられたワード・ライン42、44は前記アドレスされたアクセス・トランジスタ38を可能にするロジック1レベルに導かれる。前記それぞれのセル・コンデンサ34は、その値が前述の均等化した値を変える適当なディジット・ライン（例えばアレー52のコンデンサのためのディジット・ライン40）の中へ放電される。次に、前記パッド62からのラッチ信号は、平衡する信号の不在の間前記交差結合されたトランジスタ及び前記センス増幅器48の動作を可能にするためにロジック低いスタートになる。前記センス増幅器48は、大地電位に反対側のディジット・ライン（この場合ディジット・ライン38）で減ずることによって前記ラッチ信号に匹敵する。前記ディジット・ラインは、入力／出力回路構成（図示せず）によって接続され、それは選択されたメモリ・コンデンサ38の内容を表すディジット信号を提供する。前記プル・アップ回路は、供給電圧のレベルに上げるべく前記右側のディジット・ラインを生ずる。およそこの時間で、前記蓄積コンデンサ38はその原型のロジ

ックが低いまたは低い電圧レベルであると、決定するために限界として作用する。電位が上昇することにより、セルはこれらがロジック1からロジック0の値に墮落するべく考えられる以前に僅かに離れてもよい。したがって、前記セルの感度はこの電位を調整することによって調整することができる。

前記セルの前記感度を調整する別の方法は、第4図で示される前記コンデンサ34で酸化物材料の異なる厚さに於いてエッチングすることによる。言換えれば、中間面70と金属プレート72間の前記酸化物の厚さは、X線放射に対する前記コンデンサの感度を決定する。より厚いこの層、より感度の良い前記コンデンサは、放射放電に対するものである。したがって、より感度の良い検出器を作成することは、前記層が厚さを作成及び僅かな感度の検出器を作成すべきであり、前記層は薄さを作成すべきである。しかしながら、これらは前記コンデンサのインピーダンスが正確に（前記インピーダンスを変化する前記厚さを変える）機能に

前記回路のための順序に従って、確かな露露になければならない。

感度を調整するための更なる技術は、前記検出器セルの露光時間を調整することである。使用している従来のX線露光装置は、前記セルの応答は前記X線の高いエネルギーを使用することによるか、または前記X線の明暗度を増加することによるかの何れも調整できる。明瞭に、何れの場合でも、前記セルはより速く反応する。

前記検出器の前記セルは、事実上二成分である。多くの応用に於いて、それはグレー・スケールを有するために有効である。これは前記セルの前記感度を変えるために前述して説明された3つの技術のどの使用もなしで進めることができる。

前記ディジット・ライン電位限界が前記感度を変えるために変わると、複数のセルは商業を形成するために分類され得る。例えば8セル/画素は、7レベルのグレー・スケールを提供することができ、実際問題としても80セル/画素(79グレー・スケール)は、前記グレー・スケールの各レ

ベルを生成するために変化することができる。

グレー・スケールを提供する第3の手段は、異なる透過時間で多くのX線露光を得るため、及び前記結果を追加するためである。例えば、変化する厚さを有する目標に伴って、複数の映像は異なる透過時間の使用を得ることができる。より低い透過時間は前記目的の前記薄い部分で描くために使用される。前記映像の全てを共に追加することによって、マルチレベル・グレー・スケール映像は、前記目的の種々の厚さを描くことができる。

前記検出器14は、どのように望ましい大ききにも作り出せる。従来の、最大のシリコン・チップ生産は、6インチの直径円状のウェーハである。前記ウェーハは、個々の集積回路に割られると共に、例えば二成分のイン・ライン・バックとしてパッケージされる。前記検出器14は、従来の集積回路生産技術によって生産できると共に、前記二成分イン・ライン・バックのようなどのような従来の変形に於いてもパッケージできる。

レベルでの余分を提供するために使用され得る。第2図に於いて、アレー52が8個のセルを有するということを仮定すると、理想的に、このアレーは単一画素として作用する。前記回路30の周期的動作の間、前述して説明したように、異なるディジット・ライン電位は、アレー52の前記メモリ・コンデンサ34の各々をリードするとき、ディジット・ライン40に供給される。この手法に於いて、透過時間は異なる低いレベルに放電するために前記セル32の各々のために要求し、これらによってグレー・スケールを提供する。

第1図のプロセッシング回路18は、限界電位に於いて必要な変化を提供するためにプログラムされたものであり、通常の当業者の一つによって明白にされる。

同様に、配列52の前記セルの各々が単一画素を形成すると、各メモリ・コンデンサ34は酸化物質の異なる厚さで作り出すことができる。この手法に於いて、商業に於ける多くのセルは、所望とされる多くのレベルと同様に有するグレー・スケ

第5図は、セル100を有する検出器14の一部を示す。前記セルは各々略8ミクロン平方であると共に、どの列の前記セルも中心から中心まで9ミクロンで間隔が置かれる。故に、これらのセルは横か1ミクロンで分離される。垂直に、第5図に示されるように、前記セルは中心から中心まで25ミクロン間隔が置かれる。また、前記セルはバンク間のデッド・スペース略1/4で、32、000のバンクが配列される。セル・バンク間の前記デッド・スペースは、前記セルに対して本線に便宜を図るために要求される。1つの集積回路での前記セルの配列は、最大の応用のための非常に高い解像度X線映像を提供するために十分に密装したものである。しかしながら、一樣な高い解像度が要求されると、故に各々のチップは放射に比例して透明であり、複数のチップはセル間及び/またはセルの前記バンク間の間隔を満たすためにもう一方に比例してスタック及びオフセットすることができる。例えば、第5図及び第6図に示されるように、3つの検出器14は低い2つ

の検出器の前記セルが、上の検出器の前記セル間に位置されるためにスタック及びオフセットされる。第5図に於いて、前記低い検出器のセルは、セル100'及び100'として像に於いて表示される。したがって、単一検出器は、セルで満たされる事実上有効な範囲の全てで使用する3つの検出回路を作ることができるということを見ることができる。

検出器がスタックするために代用として多くの連続的な映像は、前記X線源12(第1図)またはX線露光間で移動される前記検出器14の何れでも得ることができる。この動作は第1図に示される駆動支持部102または104によって作り出される。

前記検出回路自体は、厚さ約1/2mmである。前記全体の検出器は厚さ約1/2インチで作ることができ、全ての必要な検出器その他を含んでいる。したがって、検出器14はX線デバイスが存在する殆んど全てに於いて、X線フィルムのために直接に代用することができる。第7図に示されるよう

に、前記検出器14はプリプロセッサ18、映像プロセッサ18を含むプロセッシング・セクション118に接続されるリード線112及び114によって、X線フィルム・リセプタクル110の中へ直接に適合される。プロセッシング・セクション118は、前記プリプロセッサ18及びソフトウェア要素である映像プロセッサ18でコンピュータとなり得る。

事実の別の利益で、前記検出器14は、相対的に小さい検出器がX線となるべく構造の事実上得難い範囲で不変に配置することのできる、小さい大きさに於いて作り出すことができる。例えば、航空機に於ける構造要素は、周期的に使用するX線検出器を検査すべく要求される。これは主役の構造の要素の分解を標準に要求する。しかしながら、この発明に伴って、X線検出器は位置で不変に取付けることができ、且つ前記検出器リード線はプラグ、またはその種のものによってアセンブリを作ることができる。この手続に於いて、構造の要素のX線分析は、速く且つ容易に実行されることができる。また、故に前記検出器14は使用する

る従来の検出回路技術が作成され、そのコストはX線分析を要求する要素上の個数の小さいX線検出器14の利用の可能性にまた寄与する故に、相対的に低いものである。

そのうえ、前記X線検出器14の小さな大きさは、明瞭なX線的な特徴的なX線映像を容易にするために、懸架またはその種のもののような本体空間に位置されるべくそれを可能にする。

前記事実で、検出器14の各セルは有効な最小焦点を有するX線源12の使用を可能にする大きさに於いて小さいものである。また、故に前記セルは相対的にしっかりとバックされるもので、この発明は前記X線源と前記検出器間の間隔でどのような変更も要求することなしにズーム放射線写真術に使用することができる。標準的に、X線映像の前記大きさは、前記目標と前記検出器間の間隔が増加によって増加することができる。しかしながら、前記検出器の大きな多くのセルに払うべくこの発明に於いて、前記映像はスクリーンの大きな断片上の前記映像を完全に表示することによって、

解像度の重要な損失なしに電気的に引伸ばすことができる。更に、前述して説明したように、付加的な解像度が要求されると、検出器14は第5図及び第6図に示されるようにスタックすることができる。

この発明の前記セルの前記小さい大きさのため、重要な解像度は前記セル間で、種かに、または少しもないクロス・トークに伴って通することができる。それは、最大の精力的な二次放射の進行長は、X線ビームと略10ミクロンの前記シリコン基板10(第4図)との間の相互作用によって生成される。故にこれは、セル間の分離間隔もあり、これらは1つのセル上に衝突する放射が、隣接したセルで作出される雑音に起因するということが非常に悪くない見込みとなる。

そのうえ、この発明は前記セルが小さく且つしっかりとバックされる故に、マイクロ放射線写真技術のために好都合となる。この発明で使用する達成可能な前記解像度は、1,000平方ミクロンのような範囲の目標の正確な表示を許可するた

めに、十分に高いものである。

また、この発明のデジタル性質及びその固有の構成によって、それが前記目標の後ろにイメージング・メディアを位置付けるために可能でない、または実質的に不可能な目標の内部構造を復元するために使用者を許可する独特の方法で、X線イメージング・システムを形成するために可能なものとなる。第9図に示されるように、X線源12は、復元するべく目標0の側、またはその上に直接に位置することができる前記検出器14の後ろに、直線に位置される。この配置に於いて、前記X線フィールドは前記目標上に衝突すると共に、前記検出器を通り抜ける前記X線源12によって生成される。前記目標の前記映像は、前記目標から後方散乱された放射によって前記検出器で創造される。前記映像は、第一に前記検出器14を通過する前記X線フィールドによって生成される前記X線源12の映像上に結ばれた後方散乱によって生成された前記目標0のそれとなる前記検出器14で作り出す。前記X線源12の前記映像は、組合映像からそれを減ず

ることによって除去することができる。それは、前記X線源のみの映像が、組合わされた目標及びX線源映像のそれからこの映像をデジタル的に減ずると共に現われる無目標に伴って、前記検出器14の放射によって生成される。

それは、前記検出器リード線が前記X線源に面する側の外へ伸びることによって、第9図に示されるオリエンタ検出器14に好ましいものとなるということがわかるべきである。この場合、前記検出器は前記目標0により近接して位置することができ、且つ前記リード線、その他の前記映像は前記X線源のみの前記映像が生成されるとき現われるものであり、故にデジタル的な後除後、最後の映像に於いて明らかにされない。

そのうえ、多重露光に伴う前記X線フィールドの前記エネルギーを変化することによって、後方散乱断層撮影法は作成可能であり、前記目標の3-D映像は構成できる。

正確に測った検出器のセルの入射感度は、約20%で変化する。そのうえ、前記検出器14の前

記感度はX線放射に露光を長くすることによって変えられるということがわかった。それは、前記検出器のセルとして露光されるものであり、これらは将来に於いて放射に対してより感光性を得るようになる。故に、目標が僅かに細くされた放射または直接に露光されたそれらより僅かに感光性が得られることによって、保護された投影となるこれらにより、僅かな放射を受ける。故に、各検出器の相対的な感度は、それ自身の露光の量に從って変化する。代表的に有効な映像グレイ・スケールに伴ったX線応用は、大きな感度変化としては許されず、故に感度標準化を要求する。このような標準化は、以下の技術の使用で実行することができる。前記検出器は基本的な128検出器アレーの半分から成り、すなわち空間的な範囲876、8×4420ミクロンらに含まれた128×256のセル・アレーということが仮定され、以下に説明される。前記セルは、128行と256コラムで配列される。前記セルは、前記センサで一掃の照明フィールドを発生するX線

源によって照らされ、「露光時間」、 t の分配はセル放送で抵抗器に対して得られるようになるものと仮定している。前記個々のセルは、 $i(m, n)$ によって表示されるもので、この m は1, 2, 3, ..., M であり、そして n は1, 2, 3, ..., N である。文字 m は行インデックスを意味し、文字 n はコラム・インデックスを意味する。この例に於いて、 M は128で N は256となる。 t^* による32, 768値のこの配列の平均値を表示することで、 $0, 2t^*$ と同様に大となるべく t^* 及び $i(m, n)$ の異なる前記の手段で説明された20%の変化性がわかる。前記セル・アレー標準化要因は、 t^* から $i(m, n)$ の割合に等しい $i(m, n)$ によって明らかにできる。故に我々は m が1, 2, ..., M 、そして n が1, 2, ..., N となる前記アレー $i(m, n)$ で生ずることができる。値 $i(m, n)$ の前記セットの測定に於いて、我々は前記セルによってステップするために使用した時間増加をセットしなければならない。確実な

この増加は、種かな値となるべく寸法、または $0.2 \text{ } \mu\text{s}$ 未満となるべきである。

グレー・スケールが、異なる露光時間で明記した値の連続的な露光によって生成されると、明記グレー・スケールは隣接する露光時間間隔のセットによって明記する。 $t(j)$ によってこれらの間隔の増加する範囲を越えて表示し、 j は $0, 1, 2, \dots, J$ である。これは、 $t(0)$ の低い露光時間及び $t(J)$ の高い露光時間によって制限された、 J グレー・スケール映像モード (代表的に J は $8, 16, 32$ または 64) を明記する。グレーの J 番目の色合いは、 $t(j-1)$ 及び $t(j)$ の露光時間によって制限される。明記映像明暗度は、 J に伴って反対に変化するセンサ配置での明記放射フィールドによって測定される。

特に映像は、丁度記述された明記 J グレー・スケールで得られ、値 $t(m, n)$ のアレーは m が $1, 2, \dots, M^*$ 、そして n が $1, 2, \dots, N^*$ で得られる。 M^* 及び N^* の値は、使用したセル

第8図において、明記プログラムはステップ 120 で開始され、明記変化はステップ 120 で初期化される。これは、 m 及び n を 0 に等しくするセッティングを含む。ステップ 124 で、明記第1のセル $t(m, n)$ の値がリードされ、そして上記セルのための標準化要因はステップ 126 で見られる。ステップ 128 で、明記グレー・スケール間隔 j が決定される。例えば、明記セルが明記第1の露光時間後リードされ、その露光時間が 1.1 秒とすると、明記グレー・スケール間隔 j は $1.1 \sim 1.2$ 秒になる。第2の露光時間を 1.2 秒とすると、第2のグレー・スケール間隔は $1.1 \sim 1.2$ 秒になる。

ステップ 130 で、各 j のための J 番目の間隔に特有な露光時間 $t^*(j)$ は同一視される。例えば、 $t^*(j)$ は、 $t(j)$ 及び $t(j-1)$ の和の半分となる簡単な平均にできる。置換えれば、明記間隔 $1.1 \sim 1.2$ 秒が明記電流間隔 j とすると、それは明記露光時間に対する信号値 $t^*(j)$ を指定するために必要である。この値

の断片または空間的な平均進行のセルの何れか次で、それぞれ M 及び N に等しいかそれら未満となる。セル露光時間のこのアレーは、映像情報を含む。故に映像露光時間は、明記明記した値の $t(0), t(1), \dots, t(J)$ でのみとなり、 $t(m, n)$ の明記映像値は、不適切の J グレー・スケール間隔の1つに落ちると共に、更に詳細な情報は想像することができるということはない。明記映像に対する各セルの応答は、明記感度標準化 $t(m, n)$ によって補正されねばならない。これらは、この補正が供給であるという方法の変化である。

この補正を實行する1つの方法は、第8図のプログラムによって示される。このプログラムは、各露光で各セルをリードするためにランされる。置換えれば、第1の露光時間 $t(0)$ は 0.1 秒とし、第2の露光時間 $t(1)$ は 1.2 秒とする等である。各露光後、明記セル $t(m, n)$ の全てはリードされると共に各セルからの情報出力はマトリクスでストアされる。

は、例えば 1.15 秒とし得る。次にステップ 132 で、各映像空間的配置 (m, n) はグレー・スケール間隔 j に於いて映像値 $t(m, n)$ を得し、明記補正した値 $t^*(m, n)$ を算する $t(m, n) t^*(j)$ を計算する。この値は、(1) 間隔 j で下がると、 (m, n) のためのグレー色合い j の配置が維持され、(2) 同じ他の間隔 j' で落ちると、 (m, n) のための補正されたグレー色合い j' の配置はなし通げられ、(3) $t(0)$ 未満であると、 (m, n) は「白」が指定され、若しくは、(4) $t(j)$ より大きいと、 (m, n) は「黒」が指定される。 $t^*(m, n)$ のための明記グレー・スケール間隔の決定は、ステップ 136 で作成される。明確に、 $t^*(j)$ の選択及び明記進行の有効性は、 $t(j)$ に対して明記間隔 $t(j-1)$ が「小さい」とき、より不確実となる。小さいのは、質問で明記映像に試って予想されたセル感度変化に関連するものである。ステップ 138 で、決定はリードされた全てのセルかどうかとして作成される。回答が「no」であ

れば、m及びnの所記値は予め定められた値に就いてステップ140で増加すると共に、次のセルの値がリードされる。全ての所記セルがリードされる後、所記プログラムはステップ142で終了する。

尚、同実施例は、この発明を例証することの意図のために述べられたもので、これに限るものではなく、多数の追加、代用及び他の変更が特許請求の範囲から逸脱することなくこの発明に対して作成することができる。

〔発明の効果〕

以上のようにこの発明によれば、固体イメージング・システム及びX線放射に高感に敏感であると共に高感に精密なX線映像を検出器によって生成することができ、従来のX線イメージング・システムに使用するX線フィルムに直接代用することができ、更に、簡便的な構造等の周期的なX線分解の軽減のために固定した位置で、その使用が可能となるように構成するために相対的に安いX線検出器を提供することもできる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明のX線イメージング・システムのブロック図、第2図は第1図のイメージング・システムに使用する撮像回路検出器の回路図、第3図は第2図の回路図の1つの光電基盤コンデンサを拡大して図略的に示した図、第4図は第3図で図略的に描かれた構造を示すチップの断面図、第5図はセル間のデッド・スペースを減らすために付加的な検出器に就いてスタックされたこの発明の所記検出器の一部を示した図、第6図は第5図のスタックされた検出器の端面図、第7図はX線フィルムの位置で使用されたこの発明のシステムを概略表示を示した図、第8図はこの発明のセルを標準化する方法を描いている工程系図、第9図はこの発明のシステムの他の実施例を示した部分的なブロック図である。

10…X線システム、12…X線源、14…検出器、16…プリプロセッサ、18…映像プロセッサ、20…高解像度モニター、30…回路、32、100…セル、34…メモリ・コンデンサ、36…アクセス・コンデン

サ、38、40…デジタル・ライン、42、44…ワード・ライン。

出願人代理人 弁護士 堀 江 武 彦

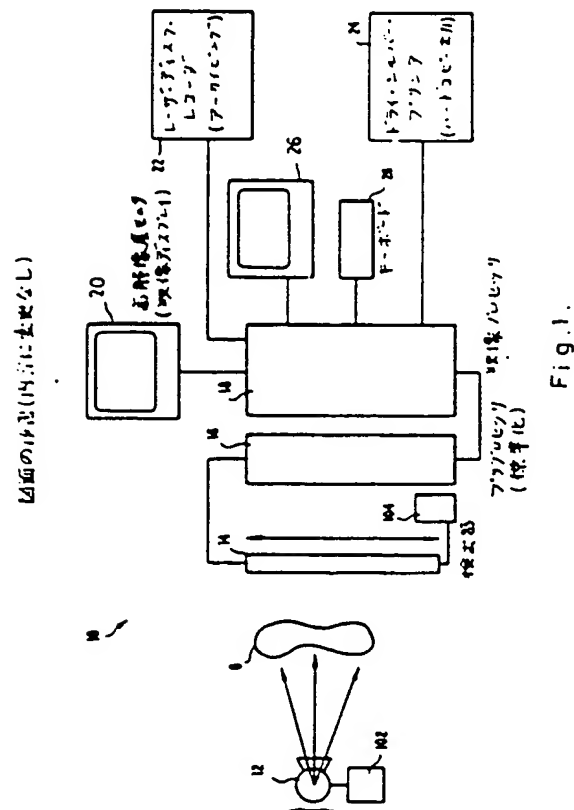


Fig. 1.

